

## **Введение в биомеханику**

*Годовой спецкурс*

(части курса могут сдаваться как два полугодовых  
спецкурса «Введение в биомеханику» и «Биомеханика»)

**Штейн А.А., к.ф.-м.н, Семин Ф.А., к.ф.-м.н**

*В разработке курса принимал участие д.ф.-м.н. А.К.Цатурян*

1. Биологические макромолекулы — ДНК, РНК, белки и их механические свойства.
2. Понятия о методах описания механических свойств макромолекул: молекулярная динамика, броуновская динамика, анализ собственных колебаний белковых молекул.
3. Масштабные уровни организации живых организмов. Клетка: ее основные составляющие (мембрана, цитоплазма, цитоскелет). Механические особенности растительных и животных клеток.
4. Феноменологическая линейная термодинамика необратимых процессов (на примере вязкой теплопроводной сжимаемой жидкости).
5. Явление осмоса. Элементарная термодинамическая теория полупроницаемой мембраны. Осмотическое давление. Коэффициент отражения.
6. Понятие ткани. Биоматериалы и биологические жидкости. Основные параметры, характеризующие сплошную среду. Простейшие модели сплошных сред: линейно упругое тело Гука, ньютоновская жидкость. Модель нелинейной вязкой жидкости. Эффект Вейссенберга. Кажущаяся вязкость. Измерение вязкости в вискозиметрах.
7. Модели вязкоупругих сред. Реологические диаграммы. Дифференциальная и интегральная формы определяющих соотношений. Простейшие модели Фойгта и Максвелла. Трехэлементные модели. Времена релаксации и ретардации.
8. Тиксотропные жидкости. Вязкопластические жидкости. Модели Бингама и Кессона.
9. Основные характеристики многофазных и многокомпонентных сред. Классификация многофазных сред. Законы сохранения для отдельных фаз и для среды в целом. Простейшие замыкающие соотношения для силы межфазного взаимодействия.
10. Модель заполненной жидкостью пористой среды. Закон Дарси.
11. Кровь: ее состав. Форменные элементы. Экспериментальные подтверждения неньютоновского поведения крови. Масштабные эффекты. Эффект Фареуса — Линдквиста. Вычисление эффективной вязкости для жидкости, текущей в трубе, при наличии пристенного слоя.
12. Агрегация эритроцитов. Ее механизмы и влияние на эффективную вязкость. Реакция оседания эритроцитов. Задача о расслоении суспензии агрегирующих эритроцитов под действием силы тяжести.
13. Модель крови как многофазной среды. Механизмы образования пристенного слоя.
14. Система кровообращения. Распределение гидродинамических параметров в различных отделах кровеносного русла. Сердце как насос.
15. Влияние входного участка и пульсаций на течение крови в артериях и венах.
16. Течение крови в сосуде с растяжимой стенкой. Пульсовая волна в артериях. Формула Кортвега — Моэнса.
17. Нелинейные эффекты при течении крови в артериях. Теория звуков Короткова.
18. Регуляция просвета прекапиллярных сосудов давлением и касательным напряжением. Гидравлические модели течения крови в малых сосудах.
19. Течение крови и массообмен в кровеносных капиллярах. Постановки задач и основные результаты.
20. Строение и механические свойства мышц. Гипотеза скользящих нитей. Последовательная и параллельная упругость. Связь сила — скорость (формула Хилла).
21. Управление сокращениями скелетной и сердечной мышцы. Саркоплазматический ретикулум, кальциевый обмен в мышечных клетках.
22. Кинетические модели мышечного сокращения. Модели Хаксли (1957) и Хаксли — Симмонса (1971).
23. Модель мышечной ткани как сплошной среды (модель Усика).
24. Анизотропия мышц, квазиодномерность мышечной ткани.

### **Литература**

Регирер С.А. Лекции по биологической механике. М: МГУ, 1980. 144 с.